

3

PATENT
Case 00965100003
China Sinda Case PIE0104CN-US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the application of:)
YAO YU et al.) Before the Examiner
)
Newly Filed Application)
Filed: April 23, 2001)
)
For: METHOD FOR CONTROLLING)
OUTER LOOP POWER)

JC973 U.S. PTO
09/840433
04/23/01

CLAIM TO PRIORITY AND TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

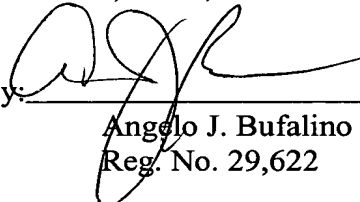
The Honorable Commissioner of
Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

Sir:

Applicants, through their undersigned attorneys, hereby claim priority of this
application from their parent application in China, filed 1 July, 2000, under Application No.
CN00116996.3. A certified copy of this priority application is enclosed.

Respectfully submitted,

VEDDER, PRICE, KAUFMAN & KAMMHOLZ

By: 
Angelo J. Bufalino
Reg. No. 29,622

222 North LaSalle, 24th Floor
Chicago, Illinois 60601-1003
312/609-7850

Dated: April 23, 2001

证 明

JC973 U.S. PTO
09/840433
04/23/01

本证明之附件是向本局提交的下列专利申请副本

申 请 日： 2000 07 01

申 请 号： 00 1 16996.3

申 请 类 别： 发明专利

发明创造名称： 一种外环功率控制的方法和系统

申 请 人： 深圳市中兴通讯股份有限公司

发明人或设计人： 郁瑶； 张峻峰

中华人民共和国
国家知识产权局局长

王 崇 川

2001 年 3 月 2 日

权利要求书

- 1 一种在 WCDMA 中进行外环功率控制的系统，至少包括一个用户终端（120）、一个基站（110）和一个基站控制器（100）；其特征在于：
所述用户终端（120）接收从基站（110）发送来的功率控制命令，并且根据功控命令调整发射功率；
所述基站（110）测量用户终端发送来的信号的 SNR 和 BER，将 BER 送至所述基站控制器（100），根据 SNR 的测量值和所述基站控制器（100）送来的 SNR 门限值来确定功率控制命令并发送给用户终端（120）；
所述基站控制器（100）根据预先设定的目标 BER 和所述基站（110）测量的实际 BER 计算出 SNR 门限并送回至所述基站（110）。
- 2 如权利要求 1 所述的外环功率控制系统，其特征在于：所述用户终端（120）包括功率命令控制器（121）和发射功率调整装置（123），所述功率命令控制器（121）接收来自所述基站（110）的功控命令，所述发射功率调整装置（123）根据功控命令调整发射功率。
- 3 如权利要求 1 或 2 所述的外环功率控制系统，其特征在于：所述基站（110）包括功控命令产生器（115），SNR 测量单元（113）和 BER 测量单元（111），所述 SNR 测量单元（113）测量从用户终端（120）发来的数据流（124）的 SNR 值（114），并将其送至所述功控命令产生器（115）。所述功控命令产生器（115）比较所述 SNR 测量单元（113）送来的 SNR 值（114）和所述基站控制器（100）送来的 SNR 门限 102，产生功控命令（116）。
- 4 如权利要求 1 或 2 所述的外环功率控制系统，其特征在于：所述基站控制器（100）包括 SNR 门限产生单元（101）；所述 SNR 门限产生单元（101）比较所述基站（110）送来的 BER 值（112）和预先设定的目标 BER 值，产生 SNR 门限值（102），并将其送至所述基站（110）的所述功控命令产生器（115）中。

5 如权利要求 3 所述的外环功率控制系统, 其特征在于: 所述功控命令产生器 (115) 根据如下原则产生功控命令 (116):

如果 SNR 值 (114) 大于 SNR 门限值 (102), 则功控命令 (116) 的值为 -1;

如果 SNR 值 (114) 值小于 SNR 门限值 (102), 则功控命令 (116) 的值为 1;

如果 SNR 值 (114) 等于 SNR 门限值 (102), 则功控命令 (116) 的值为 0。

6. 一种在如权利要求 1 所述系统中进行外环功率控制的方法, 其特征在于: 包括以下步骤:

- 1) 计算测量 BER 对目标 BER 的误差及误差变化;
- 2) 确定误差及误差变化的等级;
- 3) 计算 SNR 门限调整步长的等级;
- 4) 确定实际的 SNR 门限调整步长;
- 5) 调整 SNR 门限。

7. 如权利要求 6 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于: 步骤 1) 中, 所述计算测量 BER 对目标 BER 的误差及误差变化是这样处理的:

若 BER 的 测量值 = 0, 则误差 = -10;

若 BER 的 测量值 $\neq 0$, 则误差 = $\log_{10}(\text{BER 测量值} / \text{目标 BER})$;

误差变化 = 本次计算出的误差 - 上次计算出的误差。

8. 如权利要求 6 或 7 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于, 步骤 2) 中, 所述误差及误差变化的等级即模糊值是按下表来确定的:

模糊值	-3	-2	-1	0	1	2	3
误差	<-0.7	[-0.7, -0.3]	[-0.3, -0.05]	[-0.05, 0.05]	[0.05, 0.3]	[0.3, 0.7]	>0.7
误差变化	<-0.7	[-0.7, -0.3]	[-0.3, -0.1]	[-0.1, 0.1]	[0.1, 0.3]	[0.3, 0.7]	>0.7

9. 如权利要求 6 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中, 按照如下公式计算 SNR 门限调整步长的等级:

SNR 门限调整步长等级= $\text{int}(\alpha_1 * \text{误差等级} + (1-\alpha_1) * \text{误差变化等级})$, 若 $|\text{误差等级}| < 2$;

SNR 门限调整步长等级= $\text{int}(\alpha_2 * \text{误差等级} + (1-\alpha_2) * \text{误差变化等级})$, 若 $|\text{误差等级}| \geq 2$ 。

其中, $\text{int}(x)$ 表示取整, α_1, α_2 为 $0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq 1$ 的可调系数。

10. 如权利要求 9 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于: 所述的可调系数 $\alpha_1=0.5$, $\alpha_2=0.7$ 。

11. 如权利要求 6 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于, 所述步骤 4) 中, 实际的 SNR 门限调整步长是按下表确定的:

模糊值	-3	-2	-1	0	1	2	3
SNR 调整步长	-0.6	-0.3	-0.1	0	0.1	0.3	0.6

12. 如权利要求 6 所述的进行外环功率控制的方法, 其特征在于, 所述步骤 5) 中, 按照下式调整所述 SNR 门限:

SNR 门限临时值=SNR 门限调整步长+上次计算出的 SNR 门限;

如果 SNR 门限临时值>预先设定的上限, 则 SNR 门限=预先设定的上限;

如果 SNR 门限临时值<预先设定的下限, 则 SNR 门限=预先设定的下限;

其余情况, SNR 门限=SNR 门限临时值。

说明书

一种外环功率控制的方法和系统

本发明涉及宽带码分多址 (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA) 系统, 特别是涉及 WCDMA 系统中的功率控制的方法及系统。

CDMA 是一种以扩频通讯为基础的调制和多址连接技术。在 CDMA 通讯系统中, 由于基站和移动台使用同一 CDMA 无线频带, 基站对每一个移动台的信号发射对本小区其它移动台及相邻小区移动台而言都是干扰, 基站对每一个移动台的信号接收也都受到本小区其它移动台及相邻小区移动台的干扰。为了减小干扰, 最大化系统容量, 应在满足信道性能的条件下, 最小化基站和移动台的发射功率。因此, 在 CDMA 系统对功率进行控制是必须的。

在美国专利 No. 5812938 中提供了 CDMA 系统中一种闭环功率控制的方法: 基站定期测量移动台发射来的信号的信噪比 (Signal to Noise Ratio, SNR), 然后将该测量值与给定的 SNR 门限比较, 根据比较的结果产生功率控制命令, 并把功率控制命令发送到移动台; 移动台依照功率控制命令调整自己的发射功率, 以使得达到基站的 SNR 能逼近 SNR 门限。根据不同速率数据的不同误码率 (Bit Error Rate, 以下简称 BER) 要求, 对每种速率的数据设置不同的最低所需 SNR 门限。BER 是衡量链路质量的一个标准。BER 越低, 表示链路质量越好; BER 越高, 表示链路质量越差。由于实际的移动无线传输环境在不断变化, 移动台的速度也在不断变化, 满足链路质量要求 BER 的最低 SNR 门限会在一定范围内不断变化。此外, 由于缺乏 SNR 门限与 SNR 测量值之间的对应函数关系, SNR 测量的误差对内环功率控制的控制精度也会造成一定的影响。因此, 基于固定 SNR 门限的闭环功率控制难以保证 BER 要求。

本发明的目的是提供一种宽带码分多址系统中的关于外环功率控制的方法及系统。具体地说, 本发明在基站控制器中, 根据基站测量到的 BER 与给定 BER

指标的比较结果,运用模糊控制理论自适应地调整基站中闭环功控所用到的 SNR 门限,以保证链路 BER 指标的要求。

本发明的所述系统及方法分别按以下方案实现:

所述在 WCDMA 中进行外环功率控制的系统至少包括一个用户终端、一个基站和一个基站控制器。用户终端接收从基站发送来的功率控制命令,并且根据功控命令调整发射功率;基站测量用户终端发送来的信号的 SNR 和 BER,将 BER 送至基站控制器,根据 SNR 的测量值和基站控制器送来的 SNR 门限值来确定功率控制命令并发送给用户终端;基站控制器根据预先设定的目标 BER 和基站测量的实际 BER 计算出 SNR 门限并送至基站。

所述在 WCDMA 中进行外环功率控制的方法包括以下步骤:

1. 计算测量 BER 对目标 BER 的误差及误差变化;
2. 确定误差及误差变化的等级;
3. 计算 SNR 门限调整步长的等级;
4. 确定实际的 SNR 门限调整步长;
5. 调整 SNR 门限。

下面将参照本发明的一个实施例及其附图详细描述本发明,附图中:

图 1 是采用本发明的 WCDMA 无线通信系统的方框图。

图 2 是本发明外环功率控制方法运用的模糊控制理论的原理框图。

图 3 是采用本发明的 WCDMA 无线通信系统的外环功率控制方法的流程图。

图 4 是本发明优选实施例的基站控制器 100 记录的 SNR 门限和美国专利 No. 5812938 固定 SNR 门限为 2dB 的对照图。

图 5 是本发明优选实施例的基站 110 测得的上行链路(即信号由用户终端传向基站)BER 和根据美国专利 No. 5812938 的装置测得的上行链路 BER 的对照图。

图 1 显示了采用本发明的方案的 WCDMA 无线通信系统。该图的 WCDMA 无线通信系统包括一个基站控制器 100、一个基站 110 和一个用户终端 120。在该图的方案中,基站控制器 100 和基站 110 相连接,用户终端 120 和基站 110 也相连接,

并且用户终端 120 以可变速度在系统的不同小区范围内移动。

用户终端 120 中有关功率控制的部分包括功控命令处理器 121 和发射功率调整装置 123。功率控制命令处理器 121 接收来自基站 110 的功控命令 116。功控命令 116 的值可以取 1、0 或 -1。功控命令处理器 121 根据功控命令 116 的取值相应地设置功率调整步长 122 为 Δ_{TPC} 、0、 $-\Delta_{TPC}$ 。发射功率调整装置 123 按照功率调整步长 122 的值调整发射功率。

基站 110 中有关功率控制的部分包括 BER 测量单元 111、SNR 测量单元 113 和功控命令产生器 115。SNR 测量单元 113 测量从用户终端 120 发来的数据流 124 的 SNR114，并将其送至功控命令产生器 115。功控命令产生器 115 比较 SNR 测量单元 113 送来的 SNR 114 和基站控制器 100 送来的 SNR 门限 102，然后根据以下原则产生功控命令 116：

如果 SNR114 大于 SNR 门限 102，则功控命令 116 的值为 -1；

如果 SNR114 小于 SNR 门限 102，则功控命令 116 的值为 1；

如果 SNR114 等于 SNR 门限 102，则功控命令 116 的值为 0。

美国专利 No. 5812938 中所述的内环功率控制的方法和上述大致相同。不同点只是 SNR 门限 102 不是由基站控制器 100 实时给出，而是对每种速率的数据预先分别设定好。

使用固定 SNR 门限的缺陷前文已有说明，下面主要描述本发明在美国专利 No. 5812938 上的改进措施。

在基站 110 中，本发明增加了 BER 测量单元 111，用来定时测量自用户终端 120 发来的数据流 124 的 BER 112，并送至基站控制器 100。

基站控制器 100 有关功率控制的部分是 SNR 门限产生单元 101。SNR 门限产生单元 101 比较基站 110 送来的 BER112 和预先设定的目标 BER，并依照图 3 所示的方法产生 SNR 门限 102，然后将其送至基站 110 的功控命令产生器 115。

图 2 显示了本发明运用的自动控制领域的模糊控制理论的基本原理框图，其核心部分是模糊控制器 200，在图中由虚线框标出。模糊控制算法可概括为以下的步骤：

计算控制变量 201：根据本次采样所得的被控对象 205 的输出值 210 和目标

值, 计算所选择的系统的输入变量的精确值 206;

模糊量化处理 202: 将输入变量的精确值 206 变为模糊量 207;

模糊推理 203: 根据输入变量的模糊值 207, 按模糊推理合成规则计算控制量的模糊值 208;

非模糊化处理 204: 由上述得到的控制量的模糊值 208 计算精确的控制量 209, 最后送至被控对象 205。

图 3 是关于图 2 的一个具体实施例, 它显示了在 SNR 门限产生单元 101 中执行的运用模糊控制理论的外环功控的流程图。这个逻辑流程开始于步骤 300, 对应于图 2 的计算控制变量 201, SNR 门限产生单元 101 接收到基站 110 送来的 BER 测量值 112 和目标 BER 后, 进行如下处理, 得出 BER112 对目标 BER 的误差及误差变化:

若 $BER_{112} = 0$, 则误差 = -10;

若 $BER_{112} \neq 0$, 则误差 = $\log_{10}(BER_{112}/\text{目标 BER})$;

误差变化 = 这次计算出的误差 - 上次计算出的误差。

在这里对 BER 进行取对数运算是考虑到 BER 的误差以数量级差来表征比用绝对差表征更有实际意义。

在步骤 301, 对应于图 2 的模糊量化处理 202, SNR 门限产生单元 101 要确定误差和误差变化的模糊值。根据模糊理论, 人在日常生活中总是习惯于把事物分为三个等级, 如物体的大小可分为大、中、小; 运动的速度可分为快、中、慢; 人的身高可分为高、中、矮等等。所以, 可选用“大、中、小”三个模糊量词汇来描述精确量的状态。由于人的行为在正、负两个方向的判断基本上是对称的, 将大、中、小、在加上正、负两个方向并考虑变量的零状态, 共有七个状态, 即 {负大, 负中, 负小, 零, 正小, 正中, 正大}, 用数字对应表示成模糊值, 就是 $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ 。当然也可以再分得细些, 但复杂度也相应增加。各模糊值对应的误差及误差变化的取值范围应根据实际环境而定, 本发明认为, 从 -3 到 +3 能基本涵盖误差及误差变化所有可能的取值。在本发明的优选实施例中, 误差及误差变化的精确值和模糊值的对应关系如表 1 所示:

表 1

模糊值	-3	-2	-1	0	1	2	3
误差	<-0.7	[-0.7, -0.3]	[-0.3, -0.05]	[-0.05, 0.05]	[0.05, 0.3]	[0.3, 0.7]	>0.7
误差变化	<-0.7	[-0.7, -0.3]	[-0.3, -0.1]	[-0.1, 0.1]	[0.1, 0.3]	[0.3, 0.7]	>0.7

步骤 302 对应于图 2 中的模糊推理 203，需计算出 SNR 门限调整步长的模糊值。把 SNR 门限调整步长模糊值的取值范围也定义为 $\{-3, -2, -1, 0, 1, 2, 3\}$ 。调整步长的取值是由误差及误差变化决定的。因此，可用类似如下的语言描述控制策略：

如果实测 BER 很低（即误差为负大，模糊值为-3）且实测 BER 继续很快下降（即误差变化为负大，模糊值为-3），此时链路的 BER 远小于目标 BER 且有继续大幅度减小的趋势，则应大幅度降低 SNR 门限（即 SNR 门限调整步长为负大，模糊值为-3），以使 BER 很快升高；

如果实测 BER 很高（即误差为正大，对应的模糊值为 3）且实测 BER 继续很快上升（即误差变化为正大，模糊值为 3），此时链路的 BER 远大于目标 BER 且有继续大幅度上升的趋势，则应大幅度升高 SNR 门限（即 SNR 门限调整步长为正大，模糊值为 3），以使 BER 很快下降。

将以上分析归纳成如下的公式：

若 $|\text{误差等级}| < 2$ ，则 $\text{SNR 门限调整步长等级} = \text{int}(\alpha_1 * \text{误差等级} + (1 - \alpha_1) * \text{误差变化等级})$ ；

若 $|\text{误差等级}| \geq 2$ ，则 $\text{SNR 门限调整步长等级} = \text{int}(\alpha_2 * \text{误差等级} + (1 - \alpha_2) * \text{误差变化等级})$ 。

其中， $\text{int}(x)$ 表示取整， α_1, α_2 为 $0 \leq \alpha_1 \leq \alpha_2 \leq 1$ 的可调系数，分别表示在误差较小较大时误差的权重。当误差较大时，应主要着眼于消除误差，因此误差的权重应取大一些；当误差较小时，应主要着眼于平缓误差变化，因此误差的权重应相对小一些。在本发明的优选实施例中， α_1, α_2 分别取为 0.5, 0.7。

然后，对应于图 2 中的非模糊化处理 204，SNR 门限产生单元 101 在步骤 303 中根据计算出的 SNR 门限调整步长的模糊值确定实际的 SNR 门限调整步长。对应

于模糊值的实际 SNR 门限调整步长应根据相关的经验来确定。在本发明的优选实施例中，SNR 门限调整步长的模糊值和实际值的对应关系如表 2 所示：

表 2

模糊值	-3	-2	-1	0	1	2	3
SNR 调整步长	-0.6	-0.3	-0.1	0	0.1	0.3	0.6

最后，在步骤 304，SNR 门限产生单元 101 按下式确定 SNR 门限 102：

SNR 门限临时值=SNR 门限调整步长+上次计算出的 SNR 门限；

如果 SNR 门限临时值>预先设定的上限，则 SNR 门限=预先设定的上限；

如果 SNR 门限临时值<预先设定的下限，则 SNR 门限=预先设定的下限；

其余情况，SNR 门限=SNR 门限临时值。

图 4 是在 BER 门限为 10^{-3} ，用户终端的移动速度中途（即用户终端在传送了 5000 帧数据时）由 120（公里/小时）变为 30（公里/小时）的极端情况下，本发明优选实施例的基站控制器 100 记录的 SNR 门限和美国专利 No. 5812938 固定 SNR 门限为 2dB 的对照图。其中 401 表示应用本发明的 SNR 门限，402 表示应用美国专利的 SNR 门限。

图 5 是在 BER 门限为 10^{-3} ，用户终端的移动速度中途由 120（公里/小时）变为 30（公里/小时）的极端情况下，在图 4 所示的 SNR 门限值的作用下，本发明优选实施例的基站 110 测得的上行链路（即信号由用户终端传向基站）BER 和根据美国专利 No. 5812938 的装置测得的上行链路 BER 的对照图。其中 501 表示应用本发明测得的 BER，502 表示应用美国专利 No. 5812938 测得的 BER。

综合图 4 和图 5，由于用户终端的速度发生很大变化，导致满足信道性能要求的 SNR 门限值也发生很大变化，在美国专利 No. 5812938 中因为缺乏调整 SNR 门限的机制，在图 4 所示的恒定 SNR 门限 402 的作用下，无法保证链路质量。使得图 5 中其上行链路测得的 BER 502 在用户终端速度变化时急剧升高；而本发明因为采用了外环功控，能够调整 SNR 门限，使 SNR 门限 401 在用户终端速度变化时自适应地升高到保证链路质量所需的水平，因而其测得的上行链路 BER 501 能大致保持在所要求的水平上。

由于模糊控制的主要优点是无须知道控制量和被控对象之间的对应函数关系，只需模拟人脑的决策方式就可实施控制。因此，本发明运用模糊控制的方法可省却对 SNR 门限与 SNR 测量值之间对应函数关系的确定和实现，可以自适应地实时跟踪，从而提高了控制质量。

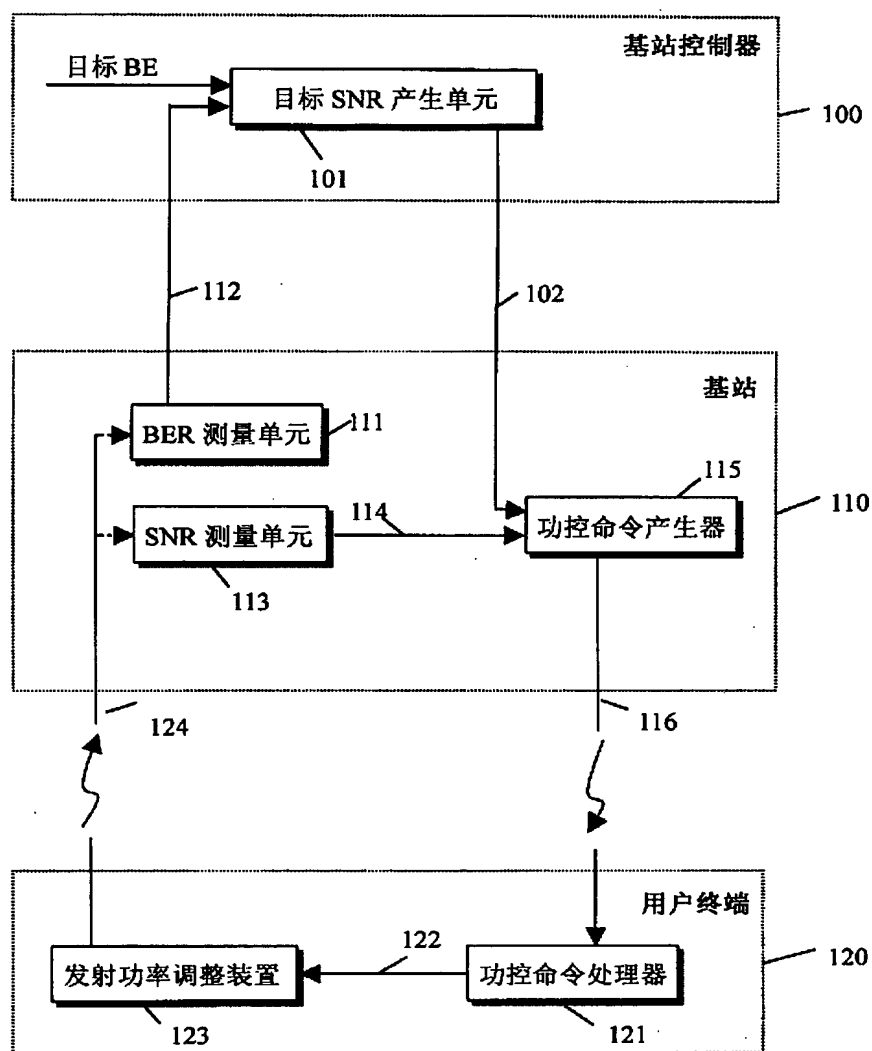


图 1

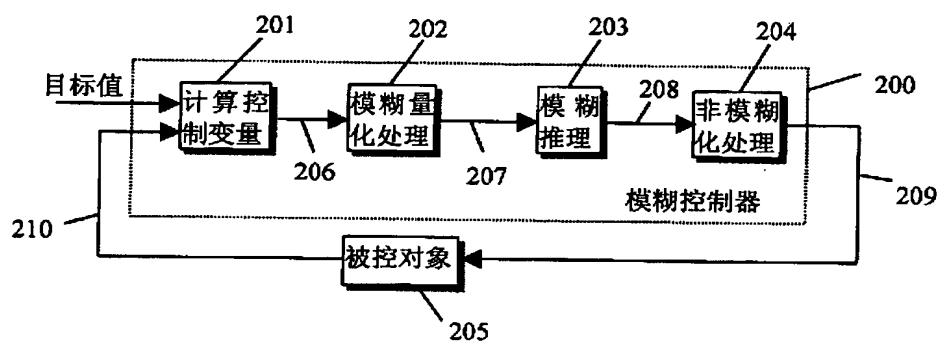


图 2

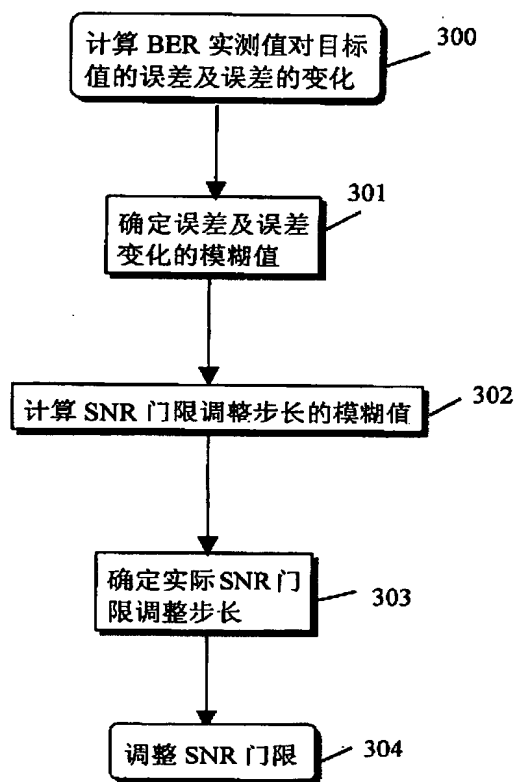


图 3

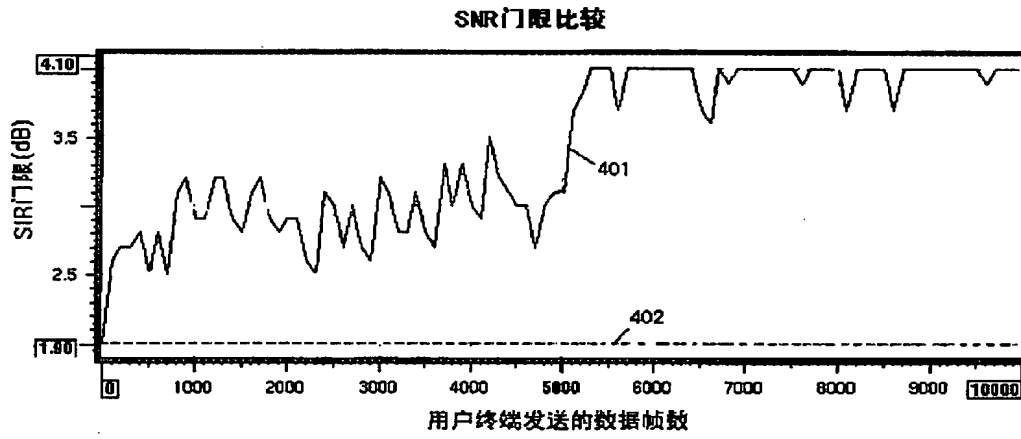


图 4

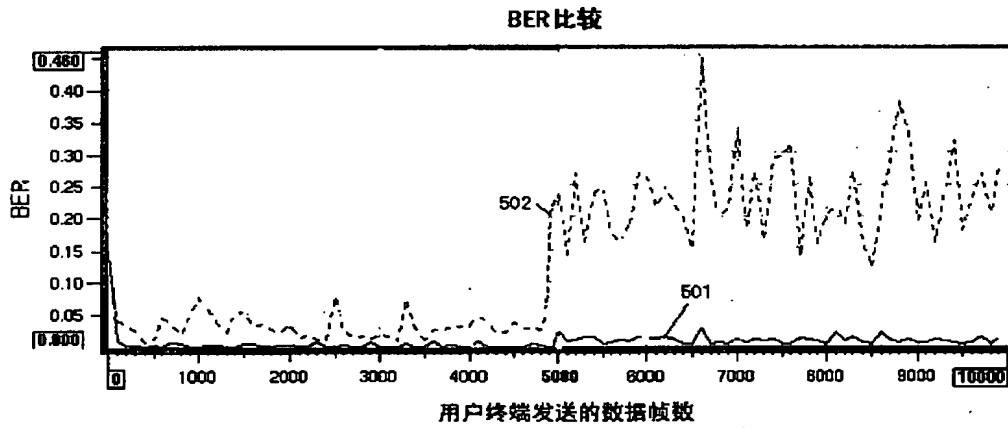


图 5